

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGIA

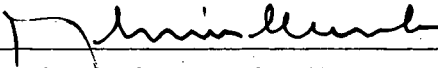
CONTRIBUIÇÃO AO EMPREGO DA GALVANOPLASTIA
COM OURO EM ODONTOLOGIA.

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SANTA CATARINA PARA A OBTENÇÃO DE GRAU
DE MESTRE EM CIÊNCIAS.

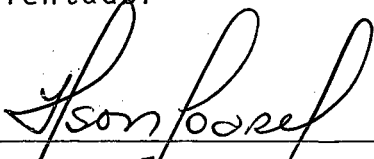
DENISE MENDES DE FIGUEIREDO

- 1980 -

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE "MESTRE EM CIÊNCIAS" -
ESPECIALIDADE ODONTOPEDIATRIA E APROVADA EM
SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS -GRADUA
ÇÃO.

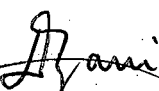


PROF.DR.ALMIR CLEMENTE CUNHA
- Orientador -

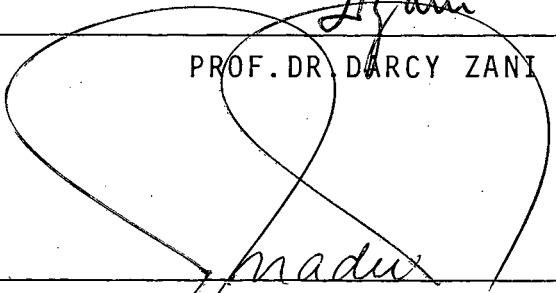


PROF.DR.ILSON JOSÉ SOARES
- Coordenador do Curso -

APRESENTADA PERANTE A BANCA EXAMINADORA COM-
POSTA DOS PROFESSORES:



PROF.DR.DARCY ZANI



PROF.DR.ADEMAR AMÉRICO MADEIRA



PROF.DR.ROGÉRIO HENRIQUE HILDEBRAND DA SILVA

OFERECIMENTO

Este trabalho é dedicado

A meus Pais, que sempre foram um exemplo de força de vontade e trabalho.

A meu marido e companheiro, que muito me incentivou e não poupou esforços para que conquistássemos mais esta etapa.

A meus filhos, Luciana, Lilian, Aline e Everton, que também esta tese seja um exemplo de luta, de fidelidade a ideais e de constância no trabalho.

AGRADECIMENTOS

Apresentamos nossos sinceros agradecimentos às pessoas que prestaram sua colaboração para o melhor desenvolvimento deste trabalho, especialmente àquelas, cuja participação foi decisiva.

Ao Professor Doutor ALMIR CLEMENTE CUNHA, pelo seu incentivo e constante colaboração nos momentos mais difíceis, trazendo, na qualidade de orientador, diretivas e esclarecimentos muito valiosos, que proporcionam uma melhor elaboração desta tese.

Ao Professor Doutor PAULO AMARANTE DE ARAÚJO, da Faculdade de Odontologia de Bauru, que despretensiosamente, nos auxiliou ampla e eficazmente na presente realização.

Ao Professor Doutor LAURO CALDEIRA DE ANDRADA, Diretor do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, que nos incentivou e criou condições favoráveis para que concluíssemos este trabalho.

Aos colegas da disciplina de Prótese Fixa e Removível da Universidade Federal de Santa Catarina, Professores: ALCIO MEDEIROS MENDES, WERNER SPRINGMANN, DARCY ZANI e MARCOS EGON FLACH, que nos ajudaram nos serviços diários da Faculdade, fazendo com que dispuséssemos de mais tempo para a elaboração da presente tese.

Ao Professor Doutor JOSÉ CARLOS OLEINISKI.

À Senhorita ROSÂNGELA LEONOR BARBOSA

À Senhorita ELISETTE LUZ CALDEIRA DE ANDRADA

INDICE

CAPÍTULO I	-	Introdução	pág. 2
CAPÍTULO II	-	Revista Bibliográfica	pág. 8
CAPÍTULO III	-	Proposição	pág. 20
CAPÍTULO IV	-	Materiais, Aparelhos, Dispositivos e Métodos de Trabalho.....	pág. 22
CAPÍTULO V	-	Resultados	pág. 42
CAPÍTULO VI	-	Discussão	pág. 51
CAPÍTULO VII	-	Conclusões	pág. 55
CAPÍTULO VIII	-	Referências Bibliográficas	pág. 58

R E S U M O

R E S U M O

Depois de realizar um amplo levantamento sobre o emprego da galvanoplastia em ouro, com ênfase na utilização dessa técnica com a finalidade de melhorar as propriedades de próteses unitárias em Odontologia, o autor desenvolveu o presente trabalho na tentativa de aperfeiçoar técnicas que:

a) permitissem a preparação fácil das soluções para recobrimento pelo ouro;

b) possibilitassem a execução de recobrimentos pelo ouro, eficazes e de boa qualidade;

c) resultassem na obtenção de soluções que tenham grande durabilidade quando armazenadas.

Dentre as conclusões, foi possível verificar-se que:

Os banhos de ouro não apresentam sérias dificuldades em sua execução e podem perfeitamente ser utilizados pelo dentista clínico ou nos laboratórios de próteses.

Os melhores resultados na metalização foram obtidos com soluções recém-preparadas, independentemente da solução considerada, ocorrendo sempre a perda de eficácia das soluções, à medida em que se passou o tempo.

A eficácia das soluções para metalização pelo ouro está na dependência da concentração de sais de ouro,

do correto controle do pH, durante a elaboração das soluções, da idade das mesmas, da temperatura e da existência de movimentação constante dos eletrodos ou solução durante a utilização.

A limpeza das peças antes e depois do recobrimento é fundamental para conseguirem-se bons resultados.

S U M M A R Y

SUMMARY

This study presenting a trial to improve the gold plating proccess of unitary crowns in Dentistry, was achieved after a wide search inside this subject, and feels to bring some developement to techniques that:

a) could allow easy and practical preparation of solutions for gold plating;

b) could turn possible, efficient and good quality execution of gold plating;

c) would make possible the developement of long-lasting solutions, for storage.

It was observed that the gold plating proccess offers no serious difficulties, and can perfectly be performed by the dentist, itself, or by any dental technologist.

The best results were those achieved through number 2 and number 4 solutions also among the conclusions were the facts that the efficiency of gold plating solutions depends on the concentration of gold salts, on the correct control of the pH of the solutions during its elaboration, on these solutions age, temperature and morion of the electrodes or solution during the process.

Also the cleasing of the crowns before and after the treatment is of extreme importance.

C A P Í T U L O I

1 - I N T R O D U Ç Ã O

1 - I N T R O D U Ç Ã O

A vasta aplicação na Odontopediatria das coroas metálicas pré-fabricadas, estampadas em aço inoxidável, vem preocupando bastante os odontólogos, que, seguindo uma orientação mais científica, conduzem seus trabalhos dentro de uma linha que valoriza os princípios da oclusão dental como indispensáveis para a execução de um bom trabalho odontológico.

GOTO⁹ et al, avaliaram o comportamento de 250 coroas metálicas pré-fabricadas, cimentadas em 64 pacientes com idades que variavam entre 2 e 9 anos, durante um período de 30 a 1637 dias. Apesar de todos os cuidados tomados no sentido de se utilizar a mais correta técnica na colocação dessas coroas, não houve sucesso quanto à adaptação marginal, em cerca de 115 casos. Em aproximadamente 50 dos dentes restaurados com as coroas, houve a instalação de gengivite. Não pôde ser conseguida, em nenhum dos 250 casos, uma satisfatória relação oclusal.

CHELOTTI¹, estudando o comportamento de coroas de aço inoxidável estampadas, observou a ocorrência de manchas e corrosão, além de diversas alterações gengivais.

CORREIA³ et al, em estudo no qual recomendam a utilização de incrustações de coroas fundidas em ligas de baixo custo para a restauração dos dentes decíduos ou mesmo dos dentes permanentes em crianças, chamam a atenção para os problemas periodontais e os problemas de oclusão provocados pelo uso em

Odontopediatria das coroas de aço inoxidável pré-fabricadas.

MYERS¹⁷, estudando 47 crianças entre 4 e 12 anos de idade, portadoras de coroas pré-fabricadas em aço inoxidável, observou um grande número (mais de 50%) de dentes com gengivite associada a defeitos das coroas.

JANSON¹⁰, vem chamando a atenção para os problemas que a colocação de coroas pode provocar na oclusão dos futuros adultos, em uma fase em que os dentes decíduos e os primeiros molares assumem a maior importância como guias da oclusão definitiva dos pacientes.

Também MELLO¹⁴ vem recomendando a utilização de incrustações de coroas metálicas fundidas em Odontopediatria. Tanto a pequena permanência dos dentes decíduos na boca, em função do exfoliamento, como o alto preço que as ligas de metais nobres apresenta, estimulam cada vez mais a utilização de ligas de metais não nobres.

A resistência à corrosão e às manchas assumem, sem sombra de dúvida, a maior importância entre as propriedades que devem apresentar as ligas metálicas para uso Odontológico.

Aproximadamente até a década de 40 deste século, havia uma predominância do uso das ligas de ouro de 22 K, tanto em trabalhos unitários como em peças de elementos múltiplos, fato que dispensava cuidados com respeito à proteção contra a oxidação e a corrosão, em face do alto conteúdo de ouro dessas ligas (mais de 90%).

No entanto, a evolução da Odontologia foi, gradativamente, demonstrando a necessidade do emprego de ligas com maior dureza e maior resistência, a fim de suportar, sem que houvesse deformação das peças, os esforços bastante grandes desenvol

vidos durante a mastigação. A melhoria das propriedades mecânicas, porém, só pode ser conseguida com a adição de metais não nobres, fato que, logicamente, aumenta a suscetibilidade dessas ligas à oxidação e à corrosão.

A grande escalada dos preços do ouro nos mercados nacional e internacional contribui para o início de uma verdadeira corrida na busca de ligas de baixo custo que pudessem ser utilizadas na boca. Esse fato constitui um grande perigo para a Odontologia, pois, muitos fabricantes, atraídos pelo lucro fácil, acabam lançando no mercado, utilizando-se dos recursos da propaganda, ligas inadequadas para o uso odontológico e que passam a ser utilizadas pelos dentistas menos avisados.

A pressão econômica do alto custo do ouro tem atingido também as Faculdades de Odontologia que, atendendo em geral a pacientes com baixo poder aquisitivo, têm que encontrar uma forma de dar aos seus alunos o treinamento prático necessário. Na Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo em São Paulo, diversas ligas de metais básicos estão sendo usadas na clínica. Na Faculdade de Odontologia de Bauru, o mesmo vem ocorrendo e um estudo de aplicação de banho de ouro em peças fundidas com ligas básicas, está em andamento. Também na Universidade Federal de Santa Catarina, no Curso de Odontologia, ligas economicamente vantajosas são utilizadas, pelas mesmas razões citadas anteriormente. Em outras Universidades, a situação é a mesma.

CUNHA⁵ em 1972, estudou o potencial de corrosão de várias ligas de uso odontológico, duas das quais tendo como elemento base o ouro. Foi verificada a influência da escovação no sentido de eliminar ou diminuir as manchas e a corrosão dessas ligas. Dentre as conclusões, verificou-se que a esco-

vação tendeu a melhorar o brilho especular e a refletância aparente das ligas em observação. Existem, no entanto, diversos locais em uma restauração dental não alcançados pela escovação e que deveriam possuir uma resistência maior à corrosão e à oxidação. Esses locais ocorrem tanto em incrustações mais simples como em coroas fundidas, e podem também ocorrer em coroas do tipo VENEER, com face confeccionada em resina acrílica. A infiltração dos fluídos bucais entre a faceta de resina e a liga metálica da coroa pode provocar o aparecimento de manchas nessa região.

A experiência mostra que mesmo as peças confeccionadas com ligas de ouro que obedecem em sua composição à especificação nº 7 da Federação Dentária Internacional, podem sofrer corrosão e oxidação em locais em que não se dá a autóclise.

A leitura das considerações acima mostra que, tanto na construção de uma simples incrustação metálica em um dente decíduo, como na de uma coroa tipo VENEER, num sofisticado trabalho de reabilitação oral, há grande necessidade de se evitar a ocorrência de manchas e de corrosão, a fim de se conseguir maior êxito com os trabalhos odontológicos.

Uma das maneiras de evitar-se o aparecimento de manchas ou de corrosões é a realização de um banho de ouro puro, FREITAS⁸, MEWLANDS¹⁸, PEREIRA FILHO¹⁹, QUEIRÔZ²³, VIEIRA²⁸, MOTTA¹⁶, ou de ródio, PEYTON²⁰, nas peças metálicas.

Entretanto, os banhos de ouro (galvanoplas^{ti}a), na Odontologia, não se popularizaram e poucos são os profissionais que lançam mão deste artifício. As razões são, principalmente, a técnica laboriosa, dificuldade de se preparar ou encontrar soluções prontas de cianeto de ouro, instabilidade des

tas soluções, bem como os cuidados que devem ser tomados, pelo fato de ser a solução fortemente venenosa.

Autores como FICHER⁷ e cols., PIERSON²², SHELL²⁶ e VIEIRA²⁸, são de opinião que a construção de uma camada metálica sobre as ligas de baixo quilate, em locais nos quais incide a mastigação parece não dar resultados, pois tais películas metálicas sofrem atrito, abrasão, formando solução de continuidade ou o aparecimento de áreas anódicas. O mesmo não ocorre porém, nos locais de difícil higienização.

O propósito da presente pesquisa é estudar os meios de proteger a peça protética com banhos de ouro 24K, nos locais que ficam a salvo do atrito e da abrasão por apresentarem acesso difícil ou estarem recobertos por uma camada de resina acrílica e que constituem a parte estética de trabalhos de prótese. O depósito metálico, por constituir-se de ouro puro altamente resistente à corrosão, supõe-se que protegeria aquela área e a faceta de alterações de cor pela corrosão do metal.

Os resultados que se venha a obter no presente trabalho, serão de aplicação nos trabalhos de Dentística, Prótese e Odontopediatria, sempre que se faça necessário o uso de ligas metálicas não áureas ou de baixo conteúdo de ouro.

C A P Í T U L O I I

2 - REVISTA BIBLIOGRÁFICA

C A P Í T U L O I I

2 - REVISTA BIBLIOGRÁFICA

QUEIRÔZ²³ (1945), estudando a galvanoplas-
tia pelo ouro, relata que para a obtenção de melhores resultados,
hã necessidade de agitação da solução nos processos de eletrôli-
se. Em soluções sem agitação, os extratos mais pesados, isto é ,
as partes mais concentradas do banho, depositam-se no fundo da
cuba. Diz, ainda, que durante o processo, a parte da solução que
fica entre o anodo e o catodo torna-se menos rica de sais metáli-
cos, havendo desigualdade de concentração que faz com que o depô-
sito resultante seja também falho e desigual. O banho, portanto,
deverã ser agitado quase continuamente. Também a temperatura de-
ve ser regular, mantida por volta de 75°C, embora existam fôrmu-
las para douração a frio. Termina o autor dizendo que o realce
da cor final dos objetos dourados é geralmente feito à mão e com
auxílio de polimento com bicarbonato de sódio e água quente.

COHN² (1951), em várias experiências com
o uso de opacificadores aplicados sob as facetas plásticas de
coroas tipo VENEER para evitar a descoloração da resina emprega-
da, constatou que quando estes materiais são aplicados sobre uma
superfície de ouro 24K, não se verifica a mesma transparência que
quando aplicados sobre o ouro platinado. Este último altera a cor
desejada, mesmo com o emprego de opacificadores.

WILDE³⁰, (1952), afirma existirem numeros soluções preparadas para a galvanoplastia com o ouro, mas que é difícil encontrar-se uma solução apropriada para os fins que comumente se deseja. As melhores soluções para se obter um depósito espesso e regular são as que contêm cianeto duplo de ouro e potássio em estado de pureza. A galvanoplastia do ouro é um assunto muito discutido atualmente, e a grande dificuldade com que tropeça o operador é que a película deste metal, que se obtém pela eletrólise, é muito tênue.

MEWLANDS¹⁸, (1958), define a galvanoplastia como sendo o processo de criação de uma capa metálica sobre um corpo, tratamento esse que fica permanentemente aderido ao corpo. Galvanostegia é o processo de criação de uma camada metálica sobre a superfície de um corpo, do qual depois é retirada, constituindo uma reprodução invertida daquela superfície em metal.

ROGERS & ARMSTRONG²⁵, (1961), citam uma técnica de confecção de coroas de ouro, obtendo-se inicialmente um casquete de ouro pela eletrólise. Primeiramente, realiza-se uma moldagem individual de um dente preparado e confecciona-se o troquel de gesso. Sobre esse gesso aplica-se uma camada de pó de prata coloidal e leva-se o troquel a um banho eletrolítico de uma solução de sais de ouro. Após, obtida uma camada razoável de ouro sobre o troquel, o casquete assim obtido é retirado da cuba e levado à boca para um ajuste, que é em verdade um brunimento e acerto. A ceroplastia e fundição são feitas a partir desse casquete.

PEREIRA FILHO¹⁹, (1963), diz que galvanoplastia é a operação por meio da qual se faz depositar, sobre

o objeto que serve de molde, uma camada de metal previamente dis-
solvida num líquido, submetendo-se essa solução metálica a uma
corrente elétrica. Diz que, para banhos de ouro, a solução deve
ser feita dissolvendo-se 4 g de ouro 24K em 55ml de água régia
aquecida até a dissolução completa do ouro. A solução torna-se
marrom e deverá ser colocada em lugar onde se evite a evaporação
e sua transformação em fluído viscoso. Esta solução é o cloreto
de ouro, que deverá ser diluído em 500ml de água destilada e hi-
dróxido de amônio, até todo o ouro se precipitar como hidróxido
de ouro. Deve-se, então, filtrar a solução. No resultado é dis-
solvido 13g de cianeto de potássio ou cianeto de sódio. Aquecer
a solução até parte da amônia ser expelida. Em seguida, filtrá-
la novamente. Está pronta para ser usada. O objeto a ser metali-
zado deve estar limpo, polido e livre de qualquer gordura. Esse
objeto deverá ser preso com um fio ao catodo, e, após, submetido
ao banho eletrolítico. No anodo, colocaremos uma placa de ouro
24K. A quantidade de corrente deverá ser de 15 milamperes por
 2dm^2 do catodo. Após a metalização, a peça deverá ser lavada cui-
dadosamente. Conclui dizendo ter também testado a metalização pe-
lo ouro sobre troquês de gesso.

MACHU¹³, (1964), afirma que uma maior quan-
tidade de íons de ouro na solução, melhora o rendimento do banho,
obtendo-se depósitos mais espessos, recobrimento mais protetor
e com menos porosidade. Salienta ser conveniente usarem-se sem-
pre banhos recentemente preparados; diz que o recobrimento de
ouro é tão mais escuro quanto mais velha for a solução. Por isso,
é aconselhável trabalhar-se com pequenas concentrações de ouro e
com anodos insolúveis, substituindo frequentemente a solução por
uma nova. Somente para fins técnicos, onde não entre o aspecto
ornamental do recobrimento, empregam-se anodos de ouro 24K. O ba-

nho se enriquece constantemente com carbonato alcalino, devido a decomposição do cianeto nos eletrodos e pela absorção de dióxido de carbono do ar, o que é conveniente para manter o pH constante. Os banhos de ouro dão resultados mais satisfatórios quando operados nas temperaturas de 45°C a 70°C. Para os banhos com concentrações altas de ouro, pode-se empregar correntes elétricas de maior miliamperagem e menor tempo de exposição. Em temperaturas baixas os banhos dão resultados muito precários, e, neste caso, empregam-se densidades baixas de corrente. A agitação das peças é muito importante para um bom rendimento. Para doura^ções decorativas de pouca espessura, basta um tratamento de uns poucos segundos, durante os quais mantêm-se as peças em movimento. Os recipientes mais apropriados são os de ferro esmaltado e com calefação. Para uma doura^ção forte, colocam-se as peças no banho com baixa densidade de corrente até que adquiram a cor mate. Lavam-se com escovas e pó tártaro até que adquiram brilho, repetindo o processo três vezes. Uma vez terminada a doura^ção, as peças serão tratadas com escovas de arame de latão, água, pano e sabão. Faz-se a secagem e abre-se o brilho com óxido de ferro, utilizando-se discos flexíveis de flanela ou seda natural. Como princípio, diz o autor que: aumento de temperatura, aumento da densidade de corrente e agitação contínua tornam maior o conteúdo de ouro dos recobrimentos. Salientam que é necessário que se faça um tratamento da peça metálica antes da metalização, para que se obtenha uma boa aderência do metal a ser depositado, grande duração, uniformidade de metalização e ausência de manchas. Recomenda a limpeza das peças de certos metais, como o alumínio, com soda cáustica a 5%.

WISE³¹, (1964), um dos investigadores que mais tem estudado o ouro, suas propriedades e aplicações, em seu magnífico livro "Gold Recovery Properties and Applications" no

capítulo sobre eletrodeposição de ouro, relata que: o método mais objetivo de exame, que se realiza imediatamente após a deposição, consiste num exame físico, observando-se descolorações ou manchas, coberturas incompletas de superfícies irregulares e áreas desiguais em termos de brilho e aparência, rachaduras ou outras evidências de fragilidade ou grandes tensões internas.

Afirma que, como regra, carbonatos oferecem coberturas mais brilhantes e depósitos finos; fosfatos executam função similar, com coberturas mais grossas; ambos aparentam reduzir a eficácia do banho quando presentes em quantidades superiores a 15 g/L. Geralmente altos conteúdos de ouro nas soluções permitem densidades de corrente mais altas e são usados para produzirem coberturas mais pesadas. Relata também que os anodos empregados em banhos eletrolíticos de cianeto alcalino são normalmente de aço inoxidável. Entretanto, os anodos de ouro seriam desejados porque a solução estaria sempre se renovando. Os anodos de aço inoxidável evitariam problemas de dissolução do ouro quando a corrente estivesse desligada e evitariam também o possível roubo ou perda do metal ouro. Entretanto, anodos insolúveis requerem adição regular de ouro concentrado na solução para manter o banho em níveis ideais.

O autor salienta que: "É extremamente difícil encontrar dados confiáveis, nos quais basear a escolha do banho de cianeto alcalino, para uma aplicação particular. A maioria dos autores apresentam: dureza aumentada, porosidade diminuída ou depósitos não porosos, força de arremesso de íons melhorada, resistência a corrosão melhorada e outras mais, porém há poucos dados quantitativos disponíveis; logo, a escolha entre um banho e outro deve ser feita depois de experimento individual". Adianta também que, após os banhos de cianeto alcalino, as peças de

verão sofrer uma rigorosa lavação, a fim de que sejam removidos todos os vestígios de cianeto, os quais, se permanecerem na peça, irão produzir manchas na cobertura de ouro.

VIEIRA²⁸ (1967), salienta que banhos de ouro têm sido empregados em Odontologia, com a finalidade de recobrir uma prótese com uma camada de ouro para, por exemplo, torná-la mais resistente à corrosão, aumentando a sua duração.

SHELL²⁶ (1976), relata a construção de uma dentadura pela deposição metálica sobre o modelo de gesso . Verificou que o ouro depositado eletroliticamente é dúctil e que seu uso é limitado quando se exige resistência ao desgaste.

LUSSEY¹² (1971), em seu artigo, diz que os banhos mais rápidos são influenciados pela:

- a) composição do banho
- b) temperatura
- c) densidade de corrente
- d) distância entre eletrodos
- e) agitação, preconizando uma agitação eletromagnética

FREITAS⁸ (1973), diz que "todos os trabalhos de prótese, como pontes fixas, coroas veneer, coroas e mesmo bases de pivots, devem sofrer, como norma sistemática, douração, principalmente na face que leva o acrílico; que a alteração é ocasionada por reações dos ácidos bucais, principalmente, pela infiltração da saliva no micro-espaco entre o ouro e o acrílico da face, o que provoca um friso escuro esverdeado, que se inicia no colo ou nas partes periféricas da junção ouro-acrílico, fechando para o centro, e, com isto, altera completamente

a cor do acrílico usado. Diz que a douração tem a finalidade de criar uma película de ouro 24K na superfície que fica sob o acrílico, em trabalhos de próteses fixas". A douração, nos casos de acrílico de espessura fina, vai provocar um fundo amarelo de fácil adaptação ao meio. O acrílico que tenha um milímetro de espessura, pouca influência sofrerá desta cor amarelada; quanto ao ouro platinado sem douração pode influenciar. Diz, ainda, que o cianeto de sódio usado nas soluções metalizadas apresenta propriedades físicas e químicas, semelhantes às do cianeto de potássio, e, por isso, está sendo substituído pelo cianeto de sódio por ser de uso mais econômico. O autor descreve também aparelhos e técnicas de trabalho e banho de ouro em Odontologia, cujos fundamentos serviram de base para nossos experimentos.

VERLAG²⁷ (1973), em trabalho original "Praktisch Galvanotechnik", organizado por uma equipe da revista alemã Galvanotechnik, apresentado em dois livros, Galvanotécnica 1 e 2 , explica que a deposição de ouro 24K forma uma camada dúctil, fosca e mole, servindo para fins específicos, tendo pouca aplicação industrial. Faz alusão a diversas fórmulas, mas não entra em detalhes técnicos. Diz, que para melhorar as propriedades das camadas galvânicas de ouro, faz-se a adição de certos compostos metálicos, obtendo-se depósitos de quilate menor, mas com reforço de certas propriedades como dureza, brilho e cor. Quanto aos anodos de ouro, informa que quando em presença de sódio, forma-se uma camada protetora de cianeto de sódio e ouro sobre a superfície do anodo, prejudicando o rendimento do banho. Recomenda o uso do cianeto de potássio, que, segundo ele, dá melhores resultados. Anodos de metais insolúveis, como o aço inoxidável, seriam mais indicados para trabalhos de cianeto de sódio. Verificou que a dureza do ouro depositado é em torno de $70\text{Kg}/\text{mm}^2$,

as camadas obtidas com compostos endurecedores, podem ir até 300Kgf/mm². Diz que o rendimento do banho é prejudicado pelos seguintes fatores: teor baixo de sal de ouro na solução ; baixa quantidade de cianeto; temperatura do banho muito alta; densidade de corrente muito alta. As camadas escuras de ouro depositadas podem ser provocadas por presença de cobre na solução e, neste caso, esta deverá ser renovada.

PEYTON & GRAIG²⁰ (1974), dizem que se tem utilizado em Odontologia, ainda que de uma forma limitada, o ródio eletrodepositado sobre fundições de ouro de baixo quilate, para evitar descoloração e manchas.

MYERS¹⁷ (1975), realizou um estudo com 47 crianças em idades de 4 a 12 anos, observando a resposta à colocação de coroa pré-fabricada de ácido inoxidável. Diversos foram os problemas encontrados, tais como, defeitos de contornos, de interferência na oclusão, em função da altura, contatos proximais inadequados. Observou um grande número (mais de 50%) de dentes com gengivite, que sempre foi associada a defeitos das coroas.

MOTTA¹⁶ (1975), em seu livro Materiais Dentários, diz que a principal indicação para a metalização pelo ouro em Odontologia é o recobrimento de superfícies metálicas formadoras de coroas VENEERS.

RIBEIRO & VIEIRA²⁴ (1976), pesquisando infiltração de corantes na interface resina acrílica-liga de ouro, em coroas metaloplásticas, fizeram seus estudos observando comportamento de 180 coroas submetidas a um banho de imersão em solução salina de violeta de genciana a 0,025%. Usaram-se 3 formas de retenção para a caixa metálica vestibular que aloja a faceta

acrílica; temperatura constante e variação cíclica de temperatura do banho de imersão da solução corante; e três idades para o armazenamento das coroas nos banhos de imersão. Os resultados indicam que a infiltração na interface resina acrílica-ouro é uma constante, igualmente para as regiões gengival, proximal e incisal, onde casos de nenhuma infiltração são raros e os de muita infiltração são os mais frequentes. As formas de retenção da caixa metálica vestibular parece incluir na intensidade da infiltração. Quando o banho de imersão da solução corante sofreu variações cíclicas de temperatura, por resfriamento e aquecimento consecutivo, houve maior frequência de intensa infiltração.

VENTURINE²⁹ (1977), diz que as soluções eletrolíticas devem ser guardadas em frascos bem fechados, para evitar a sua evaporação, reação do oxigênio do ar e libertação de gases. Deve-se acrescentar água destilada para que os níveis iniciais das soluções sejam mantidos. Recomenda a filtragem para manter a transparência da solução. A agitação do banho favorece a difusão dos íons metálicos sobre a superfície do catodo e melhora a uniformidade da deposição.

PHILLIPS²¹ (1978), diz que um revestimento de metal nobre, aplicado à superfície de um segundo metal, pode ser usado para evitar a corrosão. O material de revestimento deve ser menos ativo do que o metal-base, isto é, o material de revestimento deve ser catódico em relação ao metal-base. Embora revestimentos de ouro ou prata tenham sido usados, qualquer metal pode ser empregado desde que seja menos ativo do que o metal que vai proteger. Se um metal-base for coberto por eletrólise por metal nobre, e for arranhado ou marcado em tal profundi-

dade que o metal base seja exposto ao ambiente, o metal-base se rã corroído com rãpida velocidade. Evidentemente, isso ocorre em virtude da pilha de eletródios dessemelhantes, que é formada entre o metal-base exposto e o metal do revestimento. As tintas, e outros tipos de revestimentos inorgânicos ou orgânicos, com - portam-se como revestimentos nobres. Esses revestimentos metáli cos e outros revestimentos têm sido testados em ligas de ouro dentárias de poucos quilates. De modo geral foram ineficazes , porque eram demasiado delgados, incompletos, não aderiam ao me- tal ou liga adjacente ou foram facilmente arranhados ou atacados pelos líquidos orais.

LANDEZ & PRETTO¹¹ (1979), advogam a tēc- nica de eletrodeposição de ouro 24K em ligas de níquel cromo co mo meio de ligação da cerâmica sobre essas ligas. Citam a insta bilidade dos óxidos localizados na interface cerâmica-metal co mo causa principal na falta de coesão da porcelana.

A técnica que propõem, permite substituir estes óxidos instáveis por eutéticos perfeitamente estáveis. Es ta composição eutética se realiza pela interdifusão de ouro 24K. Descrevem com detalhes, uma técnica de obtenção de depōsi- tos de ouro 24K. Os procedimentos por eles recomendados são ex- perimentados na presente pesquisa. Quanto ã camada metálica de positada, dizem que: -50m/A durante 15 minutos dão um depōsito de, aproximadamente, 10 micrômetros. - 25m/A durante 30 minutos dão depōsitos de, aproximadamente, 10 micrômetros.

JANSON¹⁰ (1980), renomado especialista em Prótese e Professor Titular dessa disciplina na Faculdade de O- dontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, afirma que tanto nos trabalhos com ligas de ouro como naqueles com ligas

de metais básicos utilizadas em metalocerâmica, as partes metálicas desses trabalhos não recobertas pela porcelana, sendo muito polidas, funcionam como verdadeiros espelhos, refletindo a imagem das regiões escuras e sombreadas da boca do paciente. Por esta razão, elas aparentam possuir uma cor escura que é esteticamente desagradável. Nas regiões dos anéis cervicais das coroas metalocerâmicas que penetram sob a margem gengival dos dentes, também se observa uma sombra escura, pela mesma razão exposta acima. O banho de ouro nessas partes, melhora substancialmente a estética pois a cor do ouro combina-se melhor com as cores que ocorrem no interior da cavidade oral.

C A P Í T U L O I I I

3 - P R O P O S I Ç Ã O

C A P Í T U L O I I I

3 - PROPOSIÇÃO

Após o exame da literatura encontrada, e em face da diversidade constatada de técnicas de metalização pelo ouro, é proposto no presente trabalho estudarem-se algumas soluções para a galvanoplastia com ouro, a fim de possibilitar ao odontólogo e ao protesista a utilização de técnicas que:

- 3.1. - permitam a preparação fácil e prática das soluções para recobrimentos pelo ouro;
- 3.2. - possibilitem a execução de recobrimentos pelo ouro, eficazes e de boa qualidade;
- 3.3. - resultem na obtenção de soluções que tenham grande durabilidade ao serem armazenadas.

C A P Í T U L O I V

4 - MATERIAS, APARELHOS, DISPOSITIVOS E MÉTODOS DE TRABALHO

C A P Í T U L O I V

4 - MATERIAIS, APARELHOS, DISPOSITIVOS E MÉTODOS DE TRABALHO

Neste capítulo ao descreverem-se os aparelhos, dispositivos e métodos de trabalho utilizados, sempre que se julgou necessário, para uma melhor compreensão, fez-se descrição ou comentários a respeito do assunto. Todavia, todas as informações dos resultados alcançados são apresentados nos capítulos 5 e 6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.

4.1. - MATERIAIS

4.1.1. - Placa de ouro 24K, pesando 10g, tendo por fornecedor Gato Preto - São Paulo - S.P.

4.1.2. - Cloreto de ouro, em forma de pó, embalado em 5g, adquirido na Drogaria Veado de Ouro - São Paulo- S.P.

4.1.3. - Cianeto de sódio proanálise, procedente dos Estados Unidos da América.

4.1.4. - Fosfato de sódio tribásico proanálise, fabricado pela REAGEN - Quimibras Ind.Químicas Ltda - RJ.

4.1.5. - Sulfito de soda anidro - fabricado pela ECIBRA, lote 2236.

4.1.6 - Água destilada.

4.1.7 - Papel indicador do pH 1-10, fabricado pela MERCK.

4.1.8 - Soda cáustica Grant.

4.1.9 - Gesso comum a granel, marca Albion, procedente do Estado do Ceará.

4.1.10- Branco de Espanha K-Dent, fabricado pela Quimidrol Ltda.Comércio Indústria e Importação, por Laboratório Catarinense S.A. - Joinville - SC

4.1.11- Ácido clorídico, engarrafado por B.Herzog Comércio e Indústria S.A.

4.1.12- Ácido nítrico, Ecibra, Equipamentos Científicos do Brasil, S.A. - Curitiba- PR.

4.1.13- Balões e copos da Boêmia, em vários tamanhos foram utilizados no preparo das soluções.

4.1.14- Bico de bunsen, utilizado para aquecimento das soluções.

4.1.15- Conta-gotas.

4.1.16- Termômetro de mercúrio, com capacidade 150°C, marca NICKEY.

4.1.17- Pinças.

4.1.18- Tesoura curva para ouro.

4.1.19- Recipiente de pirex retangular medindo 18cm por 10cm.

4.2 - APARELHOS

4.2.1 - Aparelho metalizador (Fig. 4.1). Apresenta circuito transistorizado, tendo condições de fornecer, com razoável precisão, a corrente elétrica contínua necessária ao processo de metalização. Apresenta três escalas para indicação da corrente em um determinado instante: a primeira delas indica correntes de intensidade de 0 a 100 miliamperes, com precisão de leitura de 2,5 miliamperes; a segunda escala indica correntes fornecidas de 0 a 1000 miliamperes e permite precisão de leitura de 1,5 miliamperes; a terceira escala, indicando correntes de 0 a 10 amperes, é bastante menos precisa e não necessitou ser utilizada no caso presente. Essas escalas compõem os miliamperímetros e amperímetros respectivos. Outras particularidades do aparelho, são: circuito retificador (de corrente alternada para-contínua), de onda completa; controle de intensidade da corrente por dispositivo transistorizado; interruptor; lâmpada piloto; etc...

4.2.2 - Balança, marca OWA LABOR, com precisão 0,0001g, utilizada para pesar as substâncias empregadas na pesquisa.

4.2.3 - Motor para polimento, marca NEVONI, Indústria Brasileira.

4.2.4 - Capela Química, onde todas as experiências foram executadas. (Fig. 4.2).

4.3 - DISPOSITIVOS

4.3.1 - Foram obtidos por processo de estampagem, discos de latão, tendo por área $6,16\text{cm}^2$. Estes discos, que de-

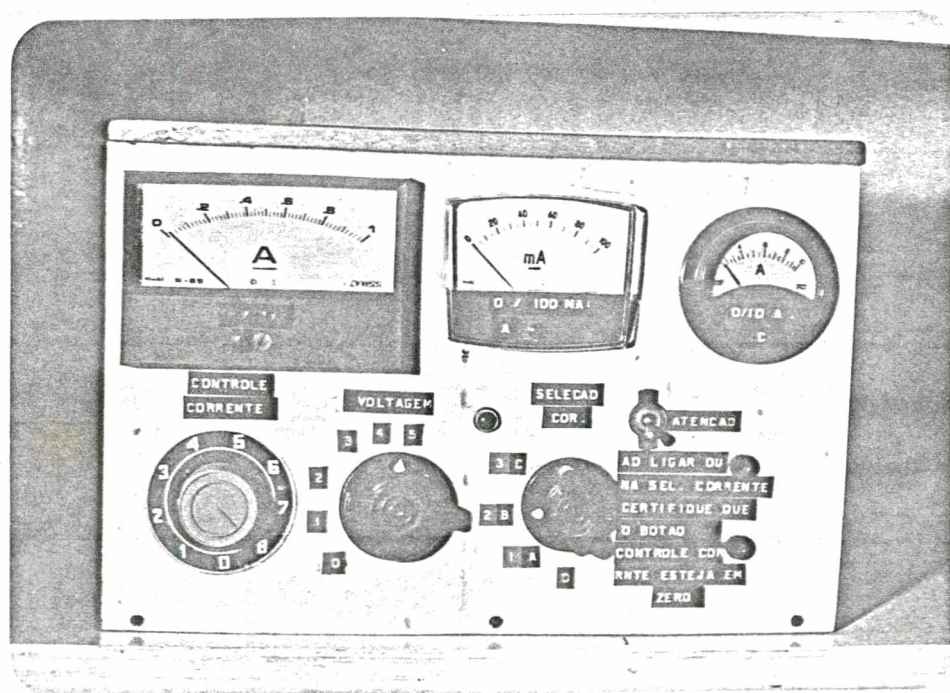


Figura 4.1

Aparelho metalizador utilizado na
galvanoplastia

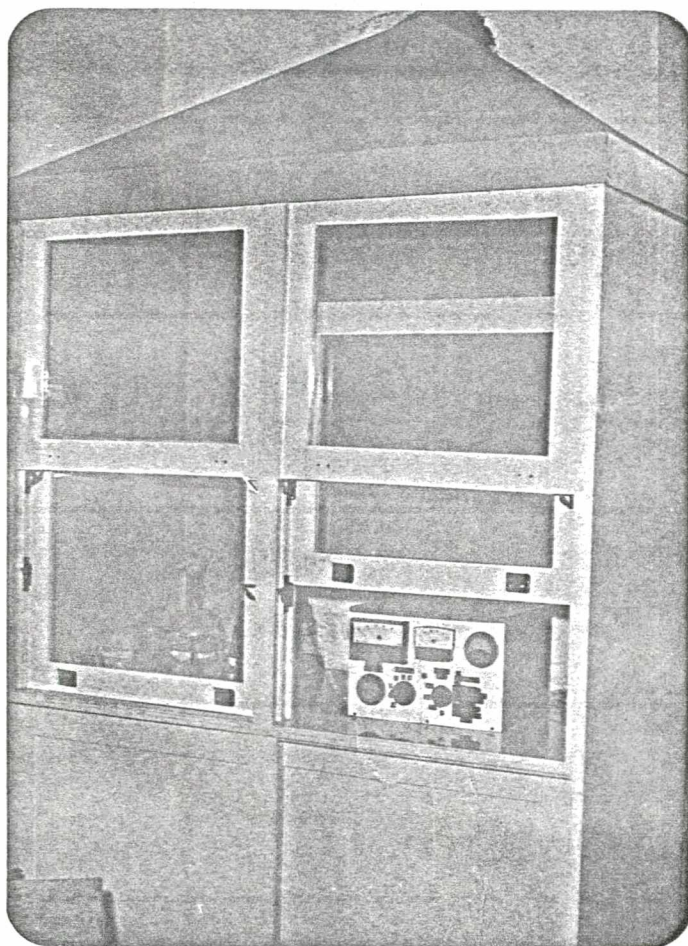


Figura 4.2

Capela química onde foram realizadas as reações químicas como também os banhos eletrolíticos.

nominamos corpos de prova ou C.P., sofreram um acabamento com discos de carborundum e lixas abrasivas. Após removidas todas as rugosidades, as peças receberam um polimento com Branco de Espanha, sendo usado nesta operação motor Nevoni em maior velocidade e roda de feltro. Estes discos foram utilizados como corpos de prova nas experiências, recobertos por uma película de ouro pela eletrólise, conforme métodos discutidos neste capítulo.

4.3.2 - Escovas e rodas de feltro, que foram usadas no polimento dos C.P.

4.3.3 - Discos e pedras de carborundum.

4.3.4 - Lixas abrasivas nº 150 e 320.

4.3.5 - Fios de cobre, utilizados para prender os fios de ouro no catodo.

4.3.6 - Fios de aço inoxidável, usados para prender a placa de ouro ao anodo.

4.3.7 - Papel filtro, utilizado na filtragem das soluções.

4.3.8 - Cola araldite.

4.3.9 - Placa de aço inoxidável.

4.4 - MÉTODOS DE TRABALHO

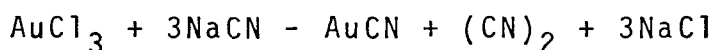
4.4.1 - Considerações sobre a galvanoplastia.

Ligando-se ao pólo negativo (catodo), de uma fonte contínua, um objeto metálico e ao pólo positivo (anodo) uma placa de ouro 24K e mergulhando-se as duas extremidades em uma solução eletrolítica contendo, além de sais de ouro, outros sais, co

mo cianeto, que favoreçam a passagem da corrente elétrica, dar-se-á no pólo negativo a deposição de ouro metálico. A solução contém o metal a depositar em forma de íons.

Dissolveu-se o cloreto de ouro (AuCl_3) em uma solução alcalina de cianeto. Foi usado o cianeto de sódio, pois segundo MACHU¹³ e FREITAS⁸, na composição do banho, não existe vantagem especial em usar-se o cianeto de potássio que é de elevado preço.

Ao se dissolver cloreto de ouro em cianeto de sódio, forma-se imediatamente cianeto de ouro (AuCN) insolúvel, que, com excesso de cianeto alcalino, se dissolve, formando um aurocianeto complexo, no qual o ouro se encontra como íons monovalentes.



Os cianetos livres na solução servem para aumentar a solubilidade da lâmina de ouro que se encontra no a nodo.

Na presente pesquisa utilizou-se um anodo constituído por uma placa do próprio ouro metálico e não um ando de um metal ou liga metálica quimicamente inerte ou insolúvel, pois com este último a solução teria que ser equilibrada pela adição contínua de ouro concentrado, a fim de mantê-la em níveis ideais (WISE³¹).

O uso do anodo de ouro permite, ainda, que se utilizem soluções mais econômicas, nas quais se empregam quantidades mínimas de compostos de ouro.

A adição de carbonatos proporcionam banhos

brilhantes, o mesmo acontecendo com os fosfatos, sendo que estes permitem, ainda, a obtenção de coberturas mais espessas (WILSE³¹).

O tempo de vida da solução depende da acumulação de carbonatos. Quando presentes em excesso, diminuem a qualidade do banho. A filtragem da solução foi realizada, quando necessária, prolongando-se a vida útil da mesma.

4.4.2 - Soluções eletrolíticas testadas.

Foram preparadas seis soluções alcalinas de aurocianetos denominadas de soluções A₁ A₂ A₃ A₄ A₅ A₆. O pH era sempre medido com o papel referido no item 4.1.7.

A seguir, são descritas essas soluções, com as respectivas fórmulas e técnicas de preparo.

4.4.2.1 - Solução A₁ (LANDEZ & PRETTO)¹¹

Componentes

Fosfato de sódio

Cloreto de ouro

Cianeto de sódio

Sulfito de sódio anidro

Água destilada

Preparo - A solução foi preparada em cinco etapas.

a) Primeira etapa

Fosfato de sódio - 50g

Água destilada - 700ml

b) Segunda etapa

Cloreto de ouro - 2g

Água destilada - 100ml

c) Terceira etapa

Cianeto de potássio - 2,5g

Água destilada - 100ml

d) Quarta etapa

Sulfito de sódio anidro - 5g

Água destilada - 100ml

e) Quinta etapa

Nesta etapa, as quatro soluções obtidas nas etapas anteriores foram combinadas na ordem a, b, c e d, feita a medida do pH, puderam, em seguida, ser usadas nos banhos eletrolíticos.

4.4.2.2 - Solução A₂ (FREITAS)

Componentes

Cloreto de ouro

Cianeto de sódio

Preparo

Cloreto de ouro - 0,5g

Cianeto de sódio - 8g

Água destilada - 500ml

O cloreto de ouro e o cianeto de sódio foram dissolvidos nessa ordem na água destilada e, em seguida, medido o pH, que foi de 10.

4.4.2.3 - Solução A₃

Componentes

Ácido clorídrico proanálise

Ácido nítrico puro proanálise

Ouro 24K laminado

Bicarbonato de sódio

Cianeto de sódio

Água destilada

Preparo

a) Ácido clorídrico - 10ml

Ácido nítrico - 4ml

Ouro 24 K laminado - 0,5g

O ouro foi cortado em pequenos pedaços. Sempre que houve necessidade de dissolver o ouro para obtenção de alguma solução, procurou-se cortar as lâminas em pedaços quadrangulares de aproximadamente 1mm de lado, a fim de facilitar a dissolução e colocá-lo a reagir com ácido clorídrico e nítrico, conforme a proporção acima que constitui a denominada água-régia. A mistura foi aquecida até quase a ebulição, tomando-se, entretanto, o cuidado de não haver fervura para evitar demasiada liberação de gases. O processo foi executado em capela química. Esperou-se até a completa dissolução do ouro, tendo-se assim obtido o cloreto de ouro.

Quatro gramas de bicarbonato de sódio foram dissolvidas em 500ml de água destilada, e a solução obtida adicionada à de cloreto de ouro, ficando, assim, terminada a elaboração da Solução a.

b) Cianeto de sódio - 15g

Água destilada - 500ml

Terminada a preparação das soluções a e b, eram combinadas, tomando-se sempre o cuidado de verter a solução b na solução a, e nunca o contrário.

4.4.2.4- Solução A₄

Componentes

Ácido clorídrico proanálise

Ácido nítrico puro

Ouro 24K em lâmina

Água destilada

Bicarbonato de sódio

Cianeto de sódio

Preparo

a) Combinaram-se 9ml de ácido clorídrico com 3ml de ácido nítrico, obtendo-se água régia, na qual foram adicionados 0,2g de ouro, em pequenas partículas, aquecendo-se levemente até a completa dissolução do ouro. Em seguida, adicionou-se uma solução previamente preparada de 1 grama de bicarbonato de sódio em 60ml de água destilada.

O pH da solução "a", acima descrita, permaneceu baixo (6), apesar da adição do bicarbonato de sódio. Preparou-se, então, uma solução "b", da forma descrita a seguir:

b) Dissolveram-se 0,5g de cianeto de sódio em 40ml de água destilada.

Em seguida, adicionou-se, nessa ordem, a solução b na solução a. Obteve-se, assim, um pH 10, alcalino.

A fórmula descrita em 1 litro de solução, continha a seguinte concentração de substâncias:

120ml de água régia

2g de ouro

10g de bicarbonato de sódio

5g de cianeto de sódio

A diferença fundamental entre as Soluções A_3 e A_4 é que esta última foi preparada de forma a não permanecer no final bicarbonato de sódio livre na solução. A solução A_4 foi também preparada com menor quantidade de cianeto de sódio e maior concentração de ouro.

4.4.2.5 - Solução A_5

Componentes

Lâmina de ouro 24K

Cianeto de sódio

Água destilada

Preparo

Cianeto de sódio - 12,5g

Água destilada - 250ml

Na solução preparada, empregando-se as 12,5g de cianeto de sódio e os 250ml de água destilada, correspondendo a uma solução de 50% de cianeto de sódio, foi colocada a lâmina de ouro, a fim de que ela fosse sendo dissolvida pelo cianeto, enriquecendo, assim, a solução com íons daquele metal. A solução obtida era utilizada para testes de sua eficiência para a galvanoplastia, progressivamente, após 3, 6, 12, 22 e 30 dias da colocação do ouro. Depois de cada ensaio, eram feitas anotações sobre a eficácia da solução. Verificamos que havia um desprendimento de 0,010g de ouro da lâmina para a solução por dia.

4.4.2.6 - Solução A₆

Componentes

Esta solução foi realizada em referência às citações de MACHU¹³ e WISE³¹ que dizem ser possível preparar soluções eletrolíticas para banhos de ouro, em um recipiente de argila porosa, na qual se encontram uma solução concentrada de cianeto de potássio ou de sódio, um catodo de aço inoxidável e um anodo de ouro, separados pela parede do recipiente poroso e fazendo circular corrente elétrica, havendo dissolução do ouro da placa.

Cianeto de sódio

Água destilada

Placa de aço inoxidável

Recipiente de pirex

Papel filtro

Cola araldite

Placa de ouro

Preparo

Um recipiente de "pirex", retangular, medindo 18cm por 10cm, foi dividido em dois compartimentos, utilizando-se para tanto uma folha de papel filtro e cola "araldite". Em seguida, 12,5g de cianeto de sódio foram dissolvidas em 250ml de água, e a solução obtida, colocada no interior do recipiente. Num compartimento, foi colocada a placa de ouro, que foi ligada ao anodo do aparelho de galvanoplastia referido em

4.2.1. No outro compartimento, foi colocada a placa de aço inoxidável que foi ligada ao catodo do aparelho.

Havendo necessidade de se conhecer a concentração de íons ouro na solução metalizadora, em função do tempo, realizaram-se alguns ensaios preliminares, durante os quais se promoveu a retirada de ouro da placa, utilizando-se a miliamperagem de 20mA e mantendo-se a solução a uma temperatura de 60°C. A placa de ouro era pesada antes e depois de submetê-la à corrente elétrica, em intervalos de 40 minutos e a diferença de peso constatada, dividida pelo tempo, nos fornecia a velocidade de enriquecimento da solução, em íons de ouro. Foi possível, assim, constatar que, nas condições em que foi realizado o experimento (tipo de recipiente, dimensões da placa de ouro, concentração da solução de cianeto de sódio, miliamperagem e temperatura empregados) conseguia-se uma remoção de 0,180g de ouro por hora. Esse dado foi obtido pela média de 6 operações realizadas pelo tempo de 40 minutos cada uma e da forma descrita a seguir:

Operação

Pesou-se a placa de ouro antes e depois da operação, a fim de determinar-se a quantidade do metal que passava para a solução.

Peso inicial - 4,460g

Peso final - 4,346g

0,114g

Após esta primeira operação, foram realizadas outras duas operações semelhantes. Cerca de 0,360g de ouro passaram para a solução. Esta foi, então, completada com água destilada até uma quantidade de 100ml.

4.4.3 - Voltagem, miliamperagem e tempo do banho.

A voltagem utilizada variava na dependência da resistência ôhmica da solução. Quanto mais condutiva a solução, menor voltagem era necessária para obterem-se os 20 miliampères com que se padronizaram todos os experimentos. Verificamos uma variação de voltagem na ordem de 2,5 a 15,0 volts, dependendo da resistência ôhmica da solução. A condutibilidade da solução estava na dependência de fatores como: natureza e tipo das soluções, quantidade de sais de ouro, quantidade de cianeto livre, agitação e temperatura de banho.

Segundo WISE³¹, nos banhos alcalinos de cianeto de ouro, a voltagem do catodo varia com a densidade da corrente, concentração de Au, conteúdo de cianeto livre e temperatura.

A quantidade de corrente, bem como a duração do banho, foram iguais para todas as experiências. Foram empregados 20 miliampères para cada corpo de prova e por tempo, sempre de 10 minutos. Decorrido este prazo, o corpo de prova era removido da solução, lavado, examinado e catalogados os resultados.

4.4.4 - Temperatura do Banho

Quanto à temperatura, foram duas as variações introduzidas:

a) Galvanoplastia, empregando-se soluções com

temperatura do meio ambiente (de 22 a 25°C).

b) Galvanoplastia, empregando-se soluções aquecidas a 55°C com variação de $\pm 5^\circ\text{C}$.

4.4.5 - Agitação

Os corpos de prova colocados a metalizar, eram mantidos em movimentos de vai e vem, manualmente, pelo operador.

4.4.6 - Limpeza das peças ou C.P.

Conforme foi descrito em 4.3.1, os discos de latão, obtidos por processo de estampagem, serviram de C.P. para as experiências com banhos de ouro. Estes discos, depois de livres das asperezas e tendo sofrido acabamento com lixas abrasivas 150 a 320 e polidos com Branco de Espanha, tiveram, antes do banho eletrolítico, uma limpeza mais enérgica que consistia na imersão desses C.P. em solução a 5% de soda cáustica aquecida à ebulição, durante um tempo de aproximadamente, 3 (três) minutos.

Após o banho os C.P. eram lavados em água corrente e polidos manualmente com bicarbonato de sódio.

4.4.7 - Planejamento

As soluções eletrolíticas após terem sido preparadas, eram testadas quanto à sua eficiência, colocando-se a dourar, dois corpos de prova, um de cada vez, para cada condição.

A solução era testada à temperatura ambiente e aquecida a 55°C $\pm 5^\circ\text{C}$ e pelo tempo de 10 minutos. De dez a quinze dias após as soluções terem sido formuladas, eram exa-

minadas e novamente testadas quanto à sua eficiência, repetindo-se as condições explicadas acima. A eficiência da solução foi examinada ainda por períodos de tempo de um mês, três meses, seis meses e um ano.

O exame consistia também na análise da solução, quanto ao pH, por, observação de precipitação além da verificação de eficácia das soluções. Em certas soluções houve necessidade de filtragem, adição de água destilada ou cianureto de sódio.

Foram, portanto, testadas seis soluções eletrolíticas, na seguintes soluções de tempo:

- a) imediatamente após o preparo;
- b) após dez a quinze dias do preparo;
- c) após um mês de preparo;
- d) após três meses do preparo;
- e) após seis meses do preparo;
- f) após um ano do preparo.

Os testes eram realizados à temperatura ambiente e à temperatura de $55^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Para cada condição, elaboravam-se dois C.P.

A solução A_6 foi testada, ainda, durante a fase de preparo (3 operações), conforme explicado em 4.4.2.6.

Portanto, tem-se o seguinte esquema fatorial: $6.6.2.2 = 144$ C.P.

Considerando-se que na experiência 4.4.2.6 foram feitos mais quatro C.P., temos, no total, 148 C.P.

4.4.8 - Avaliação dos resultados

Em razão do tipo de resultados obtidos, nos quais não se empregaram métodos que permitissem a obtenção de dados numéricos sobre os corpos de prova, a avaliação dos resultados do presente trabalho foi feita através de classificação da metalização e dos banhos químicos utilizados na seguinte escala:

4.4.8.1 - Qualidade da camada metalizada

O critério para avaliação da qualidade da camada metalizada foi definido em três graus:

Bom - B

Regular - R

Precário - P

No grau B foram classificados todos os C.P. nos quais a metalização apresentou camada homogênea da cor do ouro 24K, sem manchas ou imperfeições, independente da necessidade de qualquer polimento ou limpeza.

No grau R foram classificados todos C.P. que, apesar de apresentarem camada homogênea de ouro notava-se desde início o aparecimento de pequenas alterações de cor.

No grau P foram classificados todos os C.P. que se apresentaram manchados e escurecidos.

Com respeito a classificação das metalizações em relação aos ítens: preparação das soluções, conservação e filtragem, e preço (Tabela 5.8) foi ela feita de acordo com as próprias características oferecidas por cada um desses ítens.

4.4.8.2 - Facilidade de preparação das soluções.

4.4.8.3 - Durabilidade das soluções

4.4.8.4 - Custos das soluções

C A P Í T U L O V

5 - R E S U L T A D O S

C A P Í T U L O V

5 - R E S U L T A D O S

5.1 - Solução A_1 - (Fig 5.1)

A solução A_1 , quando nova, apresentou bons resultados e o banho resultante era de um amarelo forte, brilhante, correspondendo à cor do ouro 24K. Os melhores resultados foram conseguidos à temperatura de 55º Celsius. Os C.P., quando submetidos a banhos na temperatura ambiente, mostraram tendência ao escurecimento. Observou-se que, com o tempo, formavam-se precipitados e houve necessidade de filtrações periódicas. Também, já a partir do primeiro mês, começou a apresentar rendimentos inferiores, resultando depósitos mais escuros.

5.2 - Solução A_2 - (Fig. 5.2)

Os banhos realizados nos C.P. com solução A_2 foram todos de boa qualidade. Não se observaram diferenças entre os banhos realizados à temperatura ambiente ou a 55ºC, nos banhos iniciais. A camada de ouro sobre os C.P. mostrou-se homogênea, apresentando a cor amarela característica do ouro puro. Em todos os períodos em que foram feitos os banhos, bons resultados foram obtidos. No entanto os banhos obtidos com soluções a partir de três meses de idade, apresentaram ligeiras alterações de cor, caracterizadas por um leve escurecimento que, no entanto ,

desaparecia, quando se fazia o polimento com bicarbonato de sódio.

5.3 - Solução A₃ (Fig. 5.3)

A metalização com a solução A₃ permitiu uma deposição normal da camada de ouro sobre o C.P.. No entanto, ao se retirarem os C.P. do banho, não se observava aquela coloração amarela característica do ouro puro, descrita para as soluções A₁ e A₂. Notava-se uma coloração levemente escura, que só desaparecia com o polimento realizado com bicarbonato de sódio. Este fato se acentuou mais nos banhos com idades superiores a três meses e os C.P. metalizados através do banho com idade de um ano apresentaram camada de ouro bem mais precária e escurecida, mesmo após o polimento.

5.4 - Solução A₄ - (Fig. 5.4)

Os resultados alcançados com esta solução foram bons, tanto nos banhos a frio como aquecidos, mesmo com o decorrer do tempo. Naturalmente que os melhores resultados foram aqueles realizados com solução nova e aquecida. Entretanto, poderemos aceitar como bons os resultados dos banhos realizados em todas as etapas e condições estabelecidas. Não houve necessidade de filtragem de solução. Os corpos de prova adquiriram após o banho a cor característica amarelo forte do ouro puro.

5.4 - Solução A₅ (Fig. 5.5)

Esta solução foi preparada pela dissolução parcial de uma lâmina de ouro 24K, conforme método descrito em 4.4.2.5.

Conseguiram-se melhores resultados com os

banhos realizados após 12 dias de permanência da lâmina de ouro na solução e quando já havia uma quantidade razoável de ouro em dissolução. Os banhos realizados nos intervalos de 3 e 6 dias de permanência da placa de ouro na solução não satisfatórios, quando realizados em temperatura ambiente, e, razoável, com aquecimento.

Os testes realizados em função do envelhecimento da solução foram bons. Os melhores resultados foram aqueles realizados com a solução aquecida. Os C.P. prontos a partir de soluções frias, tiveram que sofrer um maior polimento com bicarbonato de sódio ou sulfato de cálcio (gesso) para apresentarem o mesmo brilho dos C.P. realizados com solução aquecida. Estes também tiveram que sofrer polimento e limpeza como de praxe executávamos para todas as condições do presente trabalho. Não houve necessidade de filtrar-se esta solução.

5.6 - Solução A₆ - (Fig. 5.6)

Foi preparada segundo indicações encontradas nos livros de MACHU¹³ e WISE³¹.

Conseguiu-se, após 120 minutos, perto de 360 miligramas de concentração de ouro na solução, concentração esta considerada pobre em relação às outras soluções por nós preparadas.

Os resultados alcançados foram deficientes. Os C.P. apresentavam-se sempre escuros, havendo necessidade de um polimento após o banho.

5.7 - Classificação das Soluções

A fim de permitir uma avaliação sistemati-

ca das soluções ensaiadas, realizou-se sua classificação, pelos critérios enumerados em 4.4.7.

5.8 - Tabela

A tabela 5.8 mostra os escores atribuídos às soluções, conforme os critérios de qualidade das metalizações , facilidade de preparação das soluções, durabilidade e preço das mesmas.

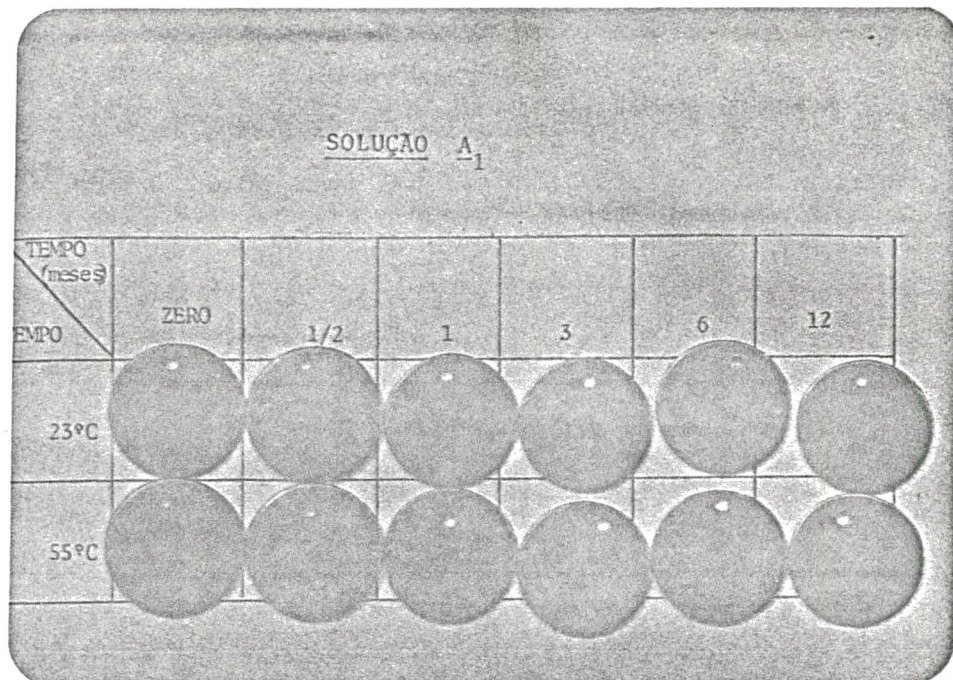


Figura 5.1

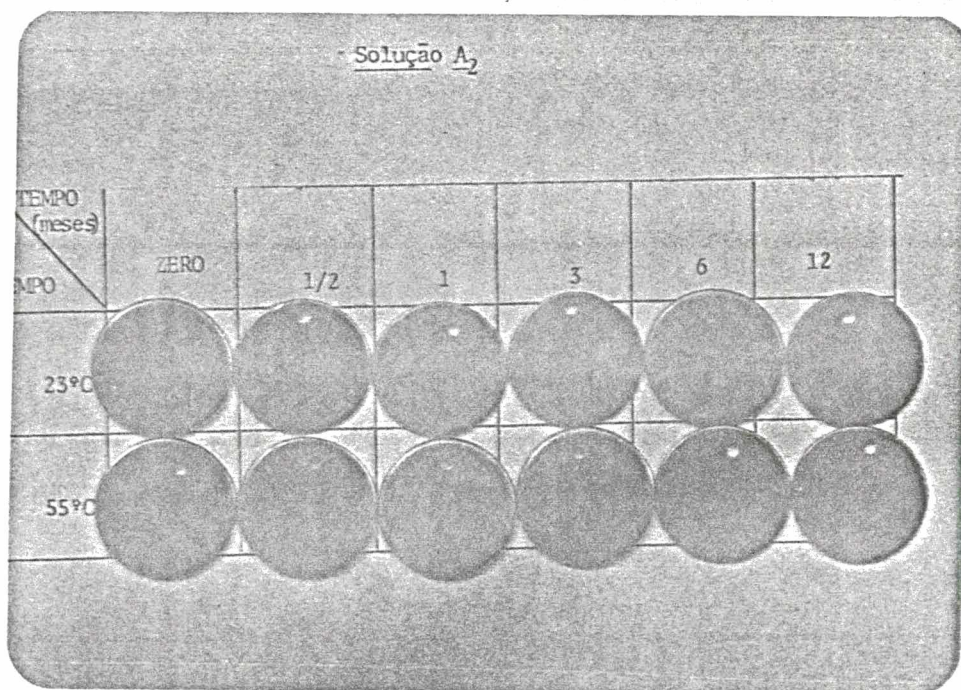


Figura 5.2

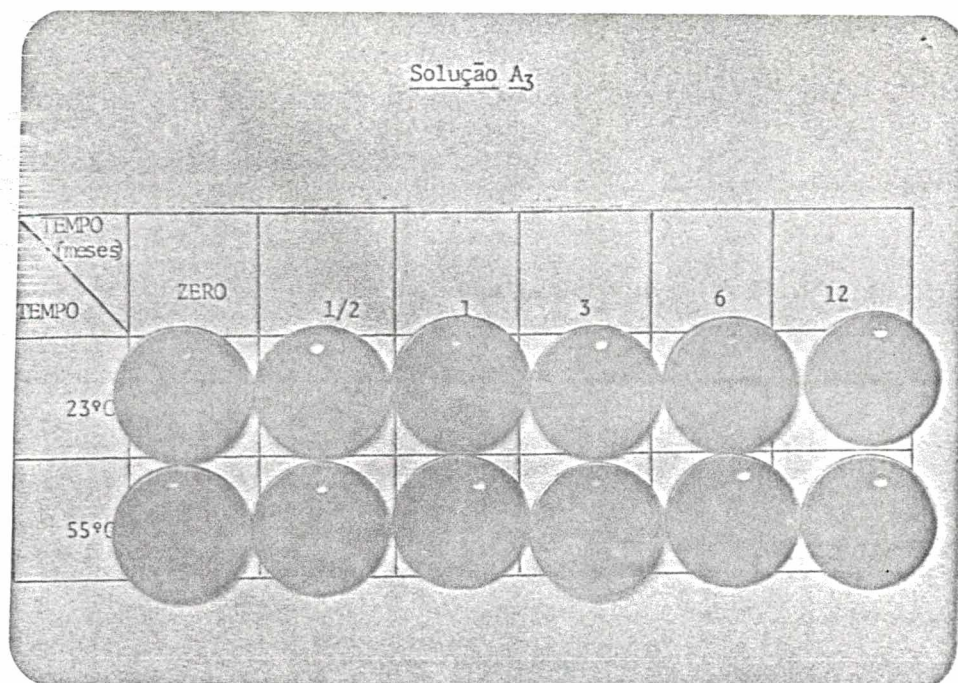


Figura 5.3

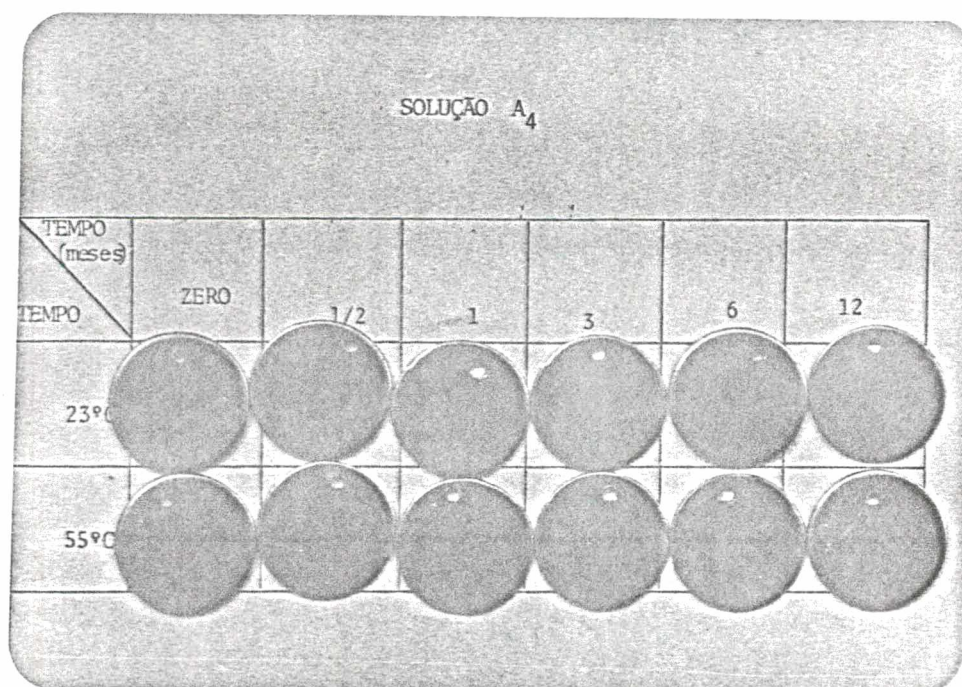


Figura 5.4

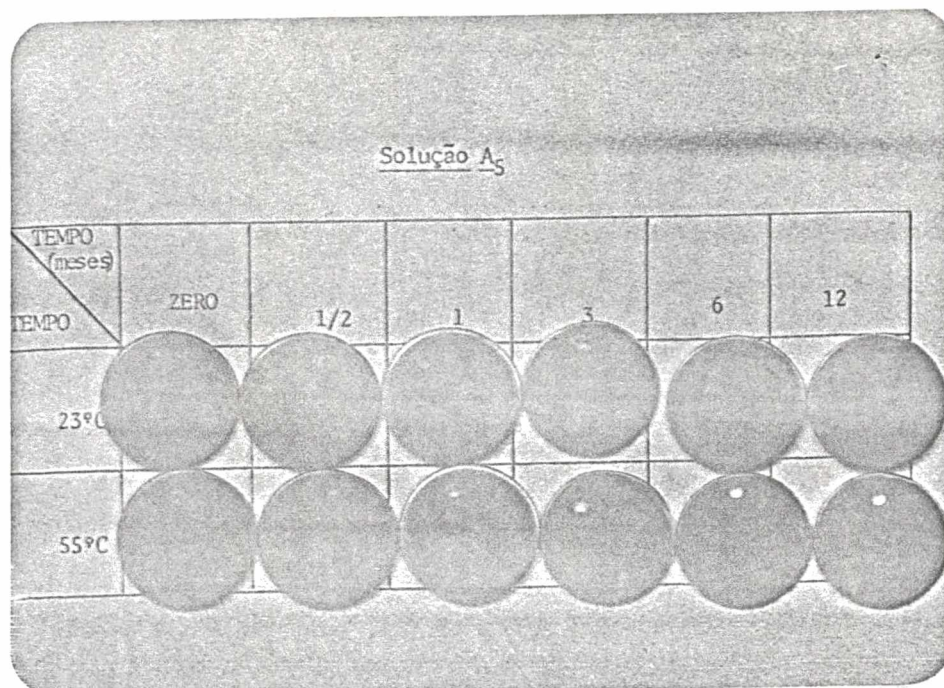


Figura 5.5

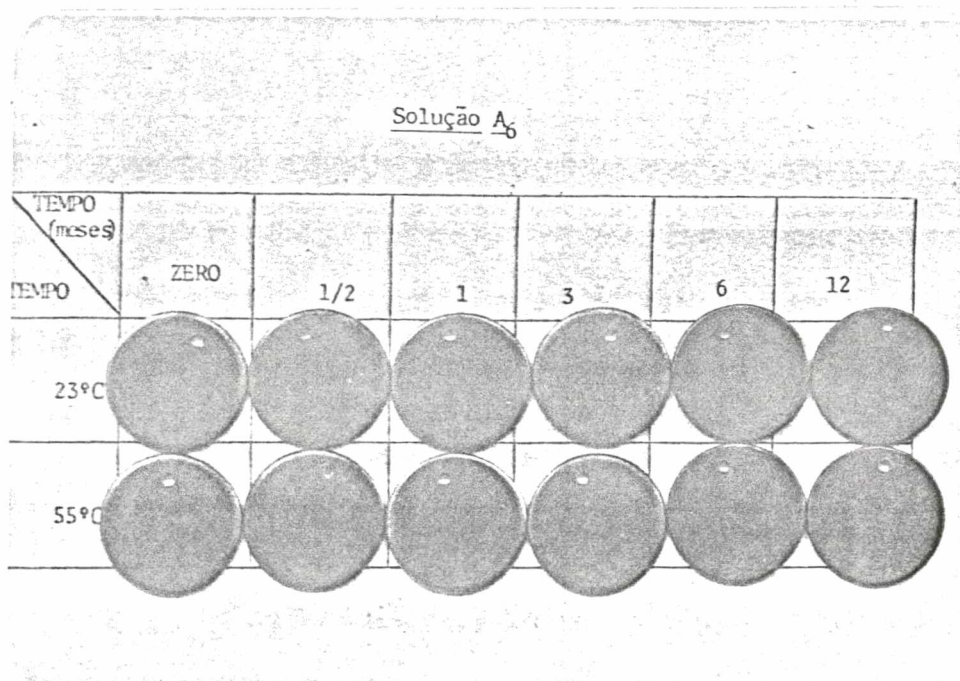


Figura 5.6

TEMPO (MÊS) TEMPER. (°C) SOLUÇÃO (°C)	ZERO		1/2		1		3		6		12		PREPARAÇÃO DAS SOLUÇÕES	CONSERVAÇÃO E FILTRAGEM	PREÇO
	23°C	55°C	23°C	55°C	23°C	55°C	23°C	55°C	23°C	55°C	23°C	55°C			
A ₁	R	B	R	B	R	B	R	B	R	R	R	R	FÁCIL RÁPIDA	FILTRAGENS CONSTANTES APÓS 1 MÊS MUITO PRE- CIPITADO	ELEVADO
A ₂	B	B	B	B	B	B	R	B	R	R	R	R	FÁCIL RÁPIDA	FILTRAGENS APÓS 3 ME- SES POUCO PRECIPITADO	ELEVADO
A ₃	R	R	R	R	R	R	R	R	P	P	P	P	REGULAR DEMORADA	FILTRAGENS APÓS 3 ME- SES POUCO PRECIPITADO	MÉDIO
A ₄	B	B	B	B	B	B	B	B	R	B	R	R	REGULAR DEMORADA	APÓS 3 ME- SES POUCO PRECIPITADO	MÉDIO
A ₅	R	R	R	R	B	B	B	B	B	B	R	R	FÁCIL DEMORADA	APÓS 6 ME- SES POUCO PRECIPITADO	BAIXO
A ₆	R	R	R	R	R	R	R	R	P	P	P	P	DIFÍCIL DEMORADA	APÓS 3 ME- SES MUITO PRECIPITADO	BAIXO

B - BOM
 R - REGULAR
 P - PRECÁRIO
 FÁCIL
 REGULAR
 OU DIFÍCIL
 RÁPIDA OU
 DEMORADA
 BAIXO
 MÉDIO OU
 ELEVADO

C A P Í T U L O V I

6 - D I S C U S S Ã O

C A P Í T U L O VI

6 - D I S C U S S Ã O

A qualidade de metalização obtida.

Apesar das diferenças apresentadas pelas metalizações conseguidas com as diversas soluções empregadas e que podem ser observadas nos escores da tabela 5.8, pode-se dizer que todas as soluções empregadas produziram recobrimentos metálicos de boa qualidade. Em nenhuma das soluções e em nenhum dos tempos empregados, foram observadas falhas da camada de ouro depositada sobre os corpos de prova.

Mesmo nos banhos de ouro obtidos com as soluções A_3 e A_6 , que apresentaram os piores resultados, com ocorrência dos escores P (precário) com as soluções com idades de 6 a 12 meses, formaram-se camadas contínuas de ouro sobre os C. P. Camadas essas, que no entanto, apresentavam coloração escura já no momento em que os C.P. eram removidos das soluções respectivas. Estas deficiências talvez possam ser atribuídas ao fato de as duas soluções serem relativamente pobres em sais de ouro. Aliás, VERLAG²⁷ dá como uma das causas desses problemas o teor metálico baixo nas soluções.

Outro fator que pode também ter influenciado foi a ocorrência de precipitados logo aos três meses de vi

da principalmente na solução A_6 , que os apresentou em grande quantidade.

As soluções A_1 , A_2 e A_4 , mais ricas em ouro e por isso mesmo de mais cara preparação, apresentaram bons resultados, principalmente as soluções A_2 e A_4 que foram, indiscutivelmente, as que melhores resultados apresentaram. Tem ainda a solução A_4 a vantagem de ser destas a menos dispendiosa e a que apresentou menor quantidade de precipitados, embora seja de elaboração mais difícil. As deficiências apresentadas com o tempo, pela solução A_1 , provavelmente se deve à adição de sulfito de sódio anidro, que, de acordo com WISE³¹, fornecem recobrimentos brilhantes mas reduzem a eficiência da solução.

A solução A_5 , apesar de ter-se apresentado um pouco deficiente na idade inicial, melhorou com o tempo, dando bons resultados. Esse fato se deve à técnica de manter-se sempre uma lâmina de ouro dentro da solução, durante seu armazenamento, permitindo assim que, pela constante dissolução do ouro, houvesse o enriquecimento da solução, nesse metal.

De um modo geral, todas as soluções necessitaram ser filtradas com o tempo, para eliminação dos precipitados e sofrer adição de água para compensar a água evaporada. Os precipitados, que são provavelmente carbonatos, formam-se com o uso das soluções e têm sua ocorrência influenciada pelo aquecimento e pela exposição do ar do qual absorve o dióxido de carbono, MACHU¹³ e WISE³¹.

Puderam-se também confirmar as afirmações de FREITAS⁸ e MACHU¹³ de que a agitação contínua das soluções ou eletrodos, durante a metalização, além de melhorar a qualidade dos recobrimentos, evita o aparecimento de manchas escuras sobre

a peça.

Conforme é descrito no Capítulo 4, no que tange à limpeza dos C.P., antes e depois dos recobrimentos, observou-se, como afirmam os autores MACHU¹³, PEREIRA FILHO¹⁹, VERLAG²⁷ e outros, ser fundamental esse aspecto para obterem-se bons resultados. Antes do recobrimento, a peça tem que sofrer uma perfeita limpeza a fim de que possa haver uma metalização perfeita, sem solução de continuidade e com a ausência de manchas ou de áreas escuras. Após o recobrimento, observou-se que a perfeita limpeza dos C.P., eliminando todo e qualquer vestígio de cianeto, impedia o aparecimento, com o tempo, de estrias e manchas na superfície das peças.

C A P Í T U L O V I I

7 - C O N C L U S Õ E S

C A P Í T U L O V I I

7 - C O N C L U S Õ E S

Levando-se em consideração os resultados obtidos no presente trabalho, apresentados no Capítulo 5, assim como, a discussão dos mesmos, que foi feita no Capítulo 6, e desde que todas as condições experimentais aqui seguidas sejam mantidas, entendemos ser lícito concluir:

1 - As técnicas de realização de banhos de ouro sobre peças metálicas de uso odontológico, de tanta importância em trabalhos clínicos de dentística, prótese e odontopediatria, não apresentam dificuldades sérias em sua execução e podem perfeitamente ser realizadas pelo dentista clínico ou nos laboratórios de prótese.

2 - Todas as soluções estudadas permitiram banhos de ouro de boa qualidade, no entanto:

2.1 - As soluções A_2 e A_4 apresentaram melhores resultados em todas as condições.

2.2 - A solução A_5 , apresentou menor eficiência.

2.3 - As soluções quando aquecidas a $55 \pm 5^\circ\text{C}$, possi

bilizaram sempre banhos melhores, enquanto que as soluções quando empregadas na temperatura ambiente, produziram com muita frequência, banhos com coloração escura.

2.4 - As soluções recém preparadas apresentam sempre maior eficiência que as soluções antigas (com mais idade).

2.5 - As soluções mais ricas em sais de ouro sempre foram mais eficientes.

3 - As soluções A_2 , A_3 , A_4 , A_5 , apresentavam maior durabilidade ao serem armazenadas.

C A P Í T U L O V I I I .

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. CHELOTTI, A. - Contribuição ao estudo do comportamento de coroas de aço inoxidável, estampadas, "in vitro" (manchas e corrosão por imersão em salina artificial, em função do contato ou não com amálgama, da idade deste e do tempo do teste) e "in vitro" (manchas e corrosão em função do tempo e da face da coroa, alterações gengivais, deformações permanentes e ajuste gengival). São Paulo, 1972 - Tese de Doutorado - Fac. Odont. USP.
02. COHN, L.A. - The Acrylic Faced Cast Gold Crown. J.Prosth. Dent. 1 (2):112-134, jan/mar 1951.
03. CORREIA, A.A. et al - Dentística Restauradora em Odontopediatria: coroas metálicas fundidas. Ars.Curandi. 4 (2): 3-10, maio 1977.
04. COWGER, G.T. and WOYCHESIN, F.F. - Gold plating to enhance the appearance of porcelain - faced crowns. J.Prosth.Dent. 11 (5):925-928, sept/oct. 1961.
05. CUNHA, A.C - Influência da escovação na redução dos efeitos da saliva artificial e do sulfeto de amônia (manchas e corrosão) sobre ligas metálicas de uso odontológico. São Paulo, 1972 - Tese de Doutorado Fac. Odont. SP.
06. FEDERATION DENTAIRE INTERNATIONALE - Specification nº 7 for dental casting gold alloy. Int.Dent.J., 14 (2): 286-9, june 1964.

07. FISCHER, H.H.; HAUFFE, K. & WIEDERHOLT, W. - Passivierende film und deckschichten Berlin. Springer - Verlag, 1965 p. 300. Apud. Vieira, D.F., Metais & Ligas Metálicas. 2 ed. São Paulo. Blücher, 1967.
08. FREITAS, A.G. - Duração de trabalhos de próteses. Rev. Bras. de Odont. 181:96-101, mar/jun. 1973.
09. GOTO, G. et al - Clinical evaluation of preformed crown for deciduous teeth Bul. Tokyo'Dent.Coll., 11 (3): 1969 - 76, aug. 1970.
10. JANSON, W.A. - Comunicação pessoal 1980.
11. LANDEZ, C. & PRETTO, P. - L'or électrodéposé moyen de liaison de la Céramique sur alliage nickel - Chrom. Act.Odon Stomt.125,171-192, 1979.
12. LUSSEY, M.G. - Contribution a L'étude de la galvanoplastie au cuivre des empreintes dentaires unitaires en prothèse conjointe. Act. Odont. Stomt. 93:111-130, 1971.
13. MACHU, W. - Galvanotécnica Moderna. 2 ed. Madrid, Aquila , 1964. 630p.
14. MELLO, H. S. - Comunicação Pessoal 1975.
15. MONDELLI, J.M. - Comunicação Pessoal 1979.
16. MOTTA, R.G. - Materiais Dentários. Rio de Janeiro, Unigraf Ltda. 1975; 195p.
17. MYERS, D.R. - A clinical study of the response of the gingival tissue surrounding stainless steel crowns. J.Of.Dent. for Children. 42 (4): 33-41, julay/aug. 1975.
18. MEWLANDS, C. - Materiais Odontológicos. Rio de Janeiro, Cien

tífica 1958. 526p.

19. PEREIRA FILHO, W.S. - Princípios gerais da aplicação da Galvanoplastia na Odontologia. Rev.Bras.Odont. 22 (2): 117-128, maio/abril 1963.
20. PEYTON, F.A. & GRAIG, R.G. - Materiales dentales restaurados. 4 ed. Buenos Aires, Mundi. 1974. 271 p.
21. PHILIPPS, R.W. - Materiais Dentários de Skinner. 7.ed., Rio Janeiro, Interamericana, 1978, 546p.
22. PIERSON, M. - Metalotechnic, Propriétés chimiques des métaux, Paris, Baillier 1950. 103. p. Apud. Vieira, D.F. - Metais e Ligas Metálicas. 2.ed. São Paulo. Blücher. 1967.
23. QUEIROZ, T.A. - Metalurgia e Química Aplicada. Manual de metaloquímica e metalodontécnica. 1023-A, Porto Alegre , Globo, 1945, 309 p.
24. RIBEIRO, S.C. & VIEIRA, D.F. - Contribuição para o estudo da infiltração interface resina-acrílica liga de ouro, em coroas metalo-plásticas (influência da retentividade da caixa vestibular do ciclo de polimerização da resina acrílica, do tempo de armazenagem e de variações térmicas, na solução corante de imersão. Rev.Fac.Odont.S.Paulo. 14 (1):75-88. 1976.
25. ROGENS, O.W. & ARMSTRONG, B.W. - Electro-forming a gold matrix for indirect inlays. J.Prosth.Dent. 11 (5):959-966, sept/oct. 1961.
26. SHELL, J.S. - Shell dental materials. Saint Louis, Mosby . 1938 p. 232 - Apud. VIEIRA, D.F. - Metais e Ligas Metálicas. 2. ed. S.Paulo, Blücher. 1967.

27. VERLAG, E.G.L - Galvanotécnica prática. S.Paulo, Polígno S. A. 1973, V.2.
28. VIEIRA, D.F. - Metais e Ligas Metálicas. 2.ed. São Paulo , Blücher, 1967. 158 p.
29. VENTURINE, M.S. - Galvanoplastia. Rev.Fac.Odont.S.Paulo, 15 (1):137-42, jan/jun. 1977.
30. WILDE, L.R. - Metalurgia Física Química Y Mecânica a la Odontologia. 4. ed. Buenos Aires. El Atheneu, 1952,568 p.
31. WISE, E.M. - Gold Recovery, properties and applications.New Jersey, D.VAN Nostrand Company. INC, 1964.